

加 茂 川 の 水 質

増 子 政 人^{*}

この研究は、環境保全の重要性を理解させるための基礎的な資料を得る目的で、地域の身近な自然である加茂川の水質を、13項目にわたって調査したものである。その結果、加茂川の水質の特徴や源流からの水質変動の様子、各成分濃度と流量との関係等が明らかになった。また、河川水の水質は流下する地域の地質に関係することや、市街地の河川水にはナトリウムイオンや塩化物イオンに大きな日変動が見られることなども明らかにした。

1. はじめに

学習指導要領の改訂に伴い、中学校及び高等学校では「人間と自然」という大項目が取り上げられた。その理由としては、近年、社会的に環境破壊が大きな問題になってきており、その対策として「自然界のつり合いと環境保全」の必要性が強く叫ばれるようになったからであると思われる。教科書では、太陽放射のエネルギーによる水の大循環や水と生物との関係を大きく取り扱っている。それは、水質汚濁や公害の原因が水系内のつり合いの崩壊にあるという実態から、環境保全の重要性を理解させる素材として最も適しているからであろう。

このように、水質については社会的にも教育的にも強い関心が持たれてきており、多くの調査報告が出されている。新潟県内の報告例もいくつか見られるが、¹⁾²⁾加茂川については報告が見られない。そこで、地域の身近な自然である加茂川を取り上げて、河川水を教材としていくための基礎的な資料を得たいと考えた。

以下、加茂川の平均的な水質の特徴や水質変動の要因、ケイ酸と地質との関係、市街地下流域での水質の日変動等、水質の実態を報告する。

2. 研究の方法

(1) 調査地の概要

加茂川は栗ヶ岳や権ノ神岳を源流とし、南東から北西に向かって加茂市の中心部を貫き、加茂新

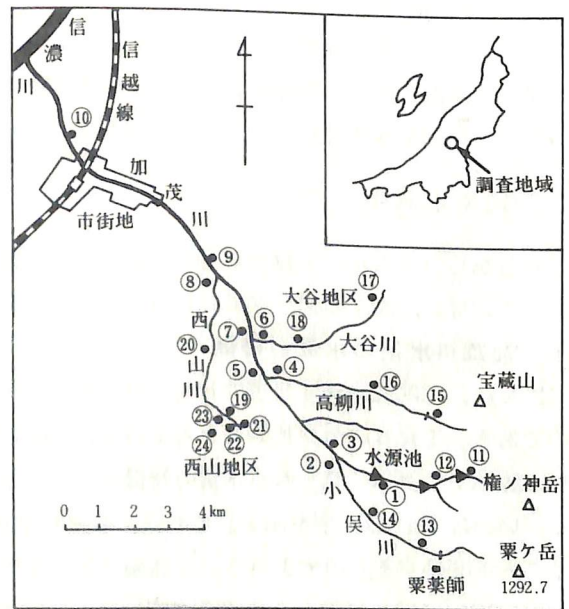


図1 採水地点

^{*} 理科長期研修員 (加茂地区理科教育センター・加茂市立石川小学校)

採水地点は図1に①～②④で示した。これらの地質的特徴³⁾としては、流下に従って典型的に時代の新しい地質となっている。すなわち、水源池近くで見られる源流域の地層は、チャートや粘板岩など古生層でできている(①⑪⑫⑬⑭)。中流域は七谷層の頁岩層(⑮⑯)や、泥岩層(②③④⑤⑥⑦⑬⑱⑲)，椎谷層の石英安山岩軽石凝灰岩層(⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔)，西山層の泥岩層(⑧⑨㉔)など新第三系のものでできしており、高柳には七谷層の模式地がある。市街地をぬけた下流域は新潟平野の東端にあたり第四系の堆積物で覆われている(⑩)。なお、①～⑩は定期定点観測地点である。

分析する水質要素としては、河川水の基本的性質をとらえるという目的から、主要成分といわれる13項目に絞った。すなわち、pH、比導電率、アルカリ度（4.3 Bx）より換算した重炭酸イオン（ HCO_3^- ）モール法による塩化物イオン（ Cl^- ）、硫酸バリウムの比濁から測定する硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）、キレート滴定によるカルシウムイオン（ Ca^{2+} ）とマグネシウムイオン（ Mg^{2+} ）、蛍光分析法を利用したナトリウムイオン（ Na^+ ）とカリウムイオン（ K^+ ）、モリブデン黄法で比色するケイ酸（ SiO_2 ）、水酸化ナトリウムの滴定による酸度（8.4 Ax）、100℃15分 KMnO_4 法による化学的酸素消費量（COD）、及び硬度である。pHは携帯用ガラス電極pHメーター（日立－堀場H－7型）、比導電率は電導度計（東亜電波KK 数字式CM－2型）を使って測定した。また、硫酸イオンの比濁法、ケイ酸の比色法では、分光光度計（島津ボッシュロムスペクトロニック20A）、ナトリウムイオンとカリウムイオンを測定する蛍光分析には蛍光光度計（日立、FPF－2型）を使用した。

3. 結果と考察

(1) 加茂川水系の水質の特徴

水源池や小俣川に見られる水質の特徴は、ナトリウムイオン (Na^+) と重炭酸イオン (HCO_3^-) が多く、いわば NaHCO_3 型を示す。これは、本流の源流や小俣川は、前述のように古生層の岩質でできていることに関係するものであろう。下高柳 (⑤) までの本流はこの NaHCO_3 型で、成分濃度もほぼ変わらない。出戸 (⑦) 付近から各成分濃度は徐々に増加し、市街地下流 (⑩) では 3 倍以上の濃度となってくる。市街地下流 (⑩) では、カルシウムイオン (Ca^+) も多くなり、水質の型としては、 NaCl 型と $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型の混合型になってくる。

支流の水質で特徴的なのは大谷川と西山川である。大谷川は高柳川と同じく、塩化物イオン (Cl^-)

表1 加茂川水系、その他の水質分析データ

目的	採水月日	地点No	採水点	水温℃	pH	比導電率 μS/cm	HCO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ "	SO ₄ ²⁻ "	Ca ²⁺ "	Mg ²⁺ "	Na ⁺ "	K ⁺ "	SiO ₂ "	COD O ₂ = mg/l	酸度 ×10 ⁻² me/l	硬度 CaCO ₃ mg/l
定期観測	6月6日	1	池川源	17.1	7.6	53.5	17.9	5.0	—	3.5	1.4	4.5	0.5	—	—	5.7	14.5
		2	小岩	18.8	7.5	45.8	11.9	4.9	—	1.9	1.5	4.9	0.5	—	—	6.3	11.0
		3	野川	19.8	7.7	48.5	18.4	4.9	—	2.5	1.5	4.8	0.5	—	—	5.0	12.4
		4	柳川	22.1	7.5	59.9	15.9	7.2	—	2.9	1.8	5.5	1.0	—	—	5.7	14.6
		5	高谷	21.8	7.4	54.3	17.5	5.9	—	3.3	1.4	5.3	0.8	—	—	5.8	14.0
		6	大出	25.8	7.5	83.0	20.4	11.4	—	4.6	1.7	8.3	1.1	—	—	5.5	18.4
		7	戸川	22.2	7.6	60.7	17.9	7.0	—	3.2	1.7	5.8	0.9	—	—	7.3	15.0
		8	西山	21.2	7.5	78.4	20.8	9.3	—	3.4	2.1	8.2	1.6	—	—	8.5	17.0
		9	善作茶屋	22.0	7.8	67.0	19.7	7.5	—	3.4	1.8	6.4	1.0	—	—	6.7	16.0
		10	市街地下流	23.8	7.9	96.5	29.7	10.8	—	6.1	2.3	9.0	1.6	—	—	6.8	24.8
定期観測	7月4日	1	池川源	19.1	7.3	63.0	25.7	5.1	3.7	4.9	2.0	5.1	0.6	6.8	0.4	4.0	20.4
		2	小岩	21.8	6.9	63.6	21.7	4.8	4.3	3.2	2.0	6.4	0.7	7.6	0.7	3.0	16.2
		3	野川	21.8	7.1	66.8	23.1	5.0	5.8	3.5	2.0	6.4	0.7	7.6	0.5	2.8	17.2
		4	柳川	19.8	6.8	53.8	12.6	5.2	5.3	1.9	2.5	5.5	0.7	6.3	0.5	3.1	15.1
		5	高谷	26.0	7.5	77.1	24.6	6.6	5.0	4.6	2.1	6.9	1.1	10.7	0.6	3.5	20.0
		6	大出	31.3	8.9	160.5	33.1	24.2	10.6	8.0	3.2	16.6	2.0	10.8	1.6	2.3	33.0
		7	戸川	26.7	7.5	88.3	24.6	8.8	5.8	5.0	2.5	7.9	1.4	10.8	0.7	2.3	22.6
		8	西山	25.4	7.3	121.0	33.5	13.0	8.5	5.4	3.2	13.2	2.8	22.4	1.6	2.8	26.6
		9	善作茶屋	25.8	7.2	106.7	30.3	10.8	5.0	5.5	3.1	10.6	1.7	17.0	0.7	2.8	26.5
		10	市街地下流	31.0	9.0	167.2	43.3	17.9	8.7	9.3	3.5	17.9	2.6	18.0	1.3	3.2	37.5
定期観測	8月5日	1	池川源	18.4	7.2	54.1	21.8	3.9	4.3	3.5	1.9	4.6	0.5	6.5	1.0	5.3	16.3
		2	小岩	21.0	7.2	49.3	18.5	3.8	4.6	2.7	1.9	5.0	0.6	7.8	1.0	5.2	14.6
		3	野川	20.4	7.5	55.3	19.2	4.0	4.1	3.2	1.6	4.8	0.5	7.0	1.4	3.8	14.4
		4	柳川	22.0	7.3	57.1	12.0	7.2	4.8	2.3	1.4	5.3	0.9	6.7	0.8	5.0	11.6
		5	高谷	22.4	7.1	58.4	16.9	5.1	5.4	2.9	1.5	5.2	0.8	7.6	1.2	5.3	13.2
		6	大出	22.0	7.7	90.4	21.3	12.5	6.5	4.3	2.0	9.7	1.3	10.4	1.4	6.5	18.8
		7	戸川	23.8	7.0	65.9	16.9	6.6	5.6	2.9	1.7	5.8	0.9	8.8	1.1	7.3	14.4
		8	西山	24.6	7.1	109.5	27.6	11.8	9.5	4.7	2.6	10.9	2.2	26.4	2.5	8.3	22.5
		9	善作茶屋	24.2	7.2	70.9	19.2	7.8	5.9	3.0	2.0	6.2	1.0	10.5	1.3	7.3	15.8
		10	市街地下流	24.6	8.0	190.5	65.5	15.9	10.0	14.1	4.1	14.3	2.4	22.8	2.5	9.5	52.0
定期観測	9月18日	1	池川源	16.8	7.3	61.6	21.1	4.6	4.8	5.5	0.8	4.7	0.5	7.0	0.4	5.8	17.0
		2	小岩	18.1	7.5	58.0	18.5	4.2	5.3	4.0	1.1	5.4	0.6	8.7	0.6	5.5	14.6
		3	野川	19.2	7.4	58.2	17.4	4.8	5.0	4.2	1.1	5.4	0.6	8.5	0.7	6.7	14.6
		4	柳川	20.2	7.6	63.1	13.3	7.2	5.8	3.9	1.1	6.0	1.2	7.3	0.8	7.7	14.4
		5	高谷	21.3	7.3	63.3	17.4	6.1	6.3	3.6	1.4	5.9	0.9	9.0	0.6	7.3	14.8
		6	大出	20.6	8.0	101.3	20.5	14.1	6.9	5.1	1.6	11.0	1.3	11.7	1.0	6.7	19.2
		7	戸川	21.4	7.3	74.7	18.2	7.8	6.6	4.1	1.6	6.7	1.2	10.2	0.7	6.5	16.8
		8	西山	18.4	7.4	109.5	25.7	10.5	9.9	5.1	2.5	12.5	2.1	24.3	1.7	11.0	23.0
		9	善作茶屋	19.2	7.4	81.5	20.3	7.8	7.3	4.1	2.1	7.4	1.2	12.7	0.8	6.3	18.8
		10	市街地下流	18.5	7.6	177.0	60.0	14.7	9.5	15.7	3.1	13.6	2.2	20.7	1.3	12.3	51.9
定期観測	10月23日	1	池川源	13.6	7.3	67.1	23.1	4.6	3.7	5.3	1.7	5.2	0.6	6.7	0.8	6.8	20.0
		2	小岩	14.4	7.4	58.7	17.5	4.7	4.1	3.4	1.7	5.6	0.5	8.1	0.8	7.0	15.2
		3	野川	14.8	7.5	61.5	18.7	4.6	4.5	3.7	1.5	5.9	0.5	8.0	0.9	6.3	15.6
		4	柳川	15.1	7.4	78.2	16.1	7.3	5.7	4.3	1.6	6.9	1.8	7.4	1.1	6.5	17.3
		5	高谷	16.4	7.7	71.3	18.8	6.2	5.0	4.3	2.0	6.5	1.0	10.0	0.8	7.1	19.0
		6	大出	14.5	7.6	138.8	27.3	18.3	10.2	7.6	2.1	14.6	1.6	12.8	1.5	7.3	27.9
		7	戸川	16.4	7.5	85.3	20.7	8.8	5.7	5.0	1.7	7.8	1.3	11.0	1.0	7.7	19.7
		8	西山	12.8	7.4	119.3	29.6	11.7	9.2	6.1	2.4	12.3	2.3	25.3	1.8	8.2	25.0
		9	善作茶屋	14.6	7.5	95.4	24.2	9.6	6.1	5.9	1.9	9.0	1.5	15.1	1.1	6.8	22.0
		10	市街地下流	15.2	7.8	240.3	73.9	20.1	22.8	16.9	4.0	26.8	2.8	25.2	2.6	11.0	58.8
定期観測	8月5日	11	第3ダム上流	15.6	7.2	51.9	20.3	3.7	4.6	3.7	1.7	4.3	0.4	6.7	0.7	2.0	16.4
		12	第2ダム上流	17.4	7.2	57.8	22.6	4.0	4.6	4.0	2.1	4.5	0.5	6.5	0.6	3.8	18.7
		13	小俣川源流	19.4	7.4	43.8	15.3	3.4	5.1	2.3	1.6	3.9	0.4	6.0	1.6	4.0	12.6
		14	小俣川中流	19.6	7.2	48.0	16.9	4.1	4.8	2.5	1.8	4.3	0.5	6.3	1.3	5.2	13.5
		15	高柳川源流	16.0	6.9	41.9	7.3	5.0	4.4	1.1	1.0	4.3	0.5	5.0	1.1	5.0	7.1
		16	高柳川中流	17.6	6.9	44.4	8.1	5.4	4.2	1.8	1.2	4.5	0.5	5.5	0.9	5.3	7.9
		17	大谷川源流	17.8	6.8	65.5	19.0	6.7	9.3	3.4	2.0	6.2	0.7	12.5	1.0	5.8	16.7
		18	大谷川中流	20.4	6.7	89.3	21.1	11.7	8.2	4.2	2.1	9.2	1.2	10.4	2.1	6.0	19.0
		19	西山川源流	18.2	7.1	54.1	13.0	8.5	2.8	0.8	1.0	6.4	2.7	50.0	3.5	11.0	5.9
		20	西山川中流	23.0	7.5	115.0	22.4	13.5	9.9	4.1	2.4	11.7	2.6	35.2	2.1	8.7	20.2
定期観測	10月1日	9	A.M. 5:00 " 9:00 P.M. 1:00 " 5:00 " 9:00	15.4 16.4 21.1 20.0 18.0	7.1 7.4 7.8 7.2 7.1	89.4 86.3 84.8 87.0 89.4	26.5 24.4 24.2 24.2 25.7	8.7 9.2 9.0 8.7 9.2	7.5 6.5 6.4 7.0 7.4	5.3 5.1 4.9 5.0 5.3	2.2 1.9 1.9 1.8 2.0	8.1 8.1 8.0 8.2 8.4	1.4 1.3 1.3 1.4 1.4	13.3 13.3 14.3 14.8 13.5	0.7 1.0 0.9 1.0 1.0	7.0 7.0 7.6 8.0 6.3	22.2 20.4 19.9 20.1 21.5
		10	A.M. 5:00 " 9:00 P.M. 1:00 " 5:00 " 9:00	15.2 18.0 22.8 19.4 17.6	7.3 8.1 8.7 7.6 7.3	185.3 182.3 226.3 257.8 213.8	65.5 62.6 58.0 65.0 66.8	16.1 15.1 27.7 34.7 21.7	9.6 9.3 11.1 10.6 9.3	15.6 14.8 14.2 15.4 15.8	3.6 3.1 3.1 3.7 3.7	14.3 15.0 23.9 28.7 19.1	2.5 2.4 2.7 2.9 2.6	20.0 20.8 21.2 22.2 21.3	1.4 1.9 2.5 2.3 2.0	10.5 10.0 9.8 13.0 14.5	53.7 49.5 48.4 53.5 54.5
定期観測	11月5日	21	西山源流	25.0	8.3	665.3	133.6	122.5	12.4	11.1	1.8	119.0	6.8	73.0	0.8	5.7	35.0
		22	西山源流	11.0	6.5	140.5	23.4	18.7	10.7	4.0	1.2	18.4	3.6	55.5	0.4	15.7	15.0
		23	山腹湧出	11.8	6.5	101.0	19.5	12.9	5.6	2.6	1.5	12.9	3.7	59.5	0.3	11.8	12.7
		24	山腹湧出	12.4	6.4	60.1	13.0	9.2	1.9	1.5	1.0	7.1	2.3	38.7	0.4	12.0	7.9
		9	西山川	12.0	7.3	94.8	17.9	11.1	7.6	4.2	2.5	9.6	1.8	23.5	1.6	6.5	20.7
		9	善作茶屋	13.4	7.4	79.5	16.1	9.6	5.0	4.1	2.0	7.0	1.2	12.6	0.9	6.0	18.6
		9	信濃川（白根・庄瀬橋）	12.0	7.5	158.8	38.0	11.4	20.6	12.3	3.6	8.9	2.2	20.0	1.1	5.5	45.4
		9	信濃川（新湯・昭和橋）	11.8	7.4	182.0	43.4	15.2	19.8	13.3	4.0	11.2	2.5	20.7	1.4	6.7	49.7
		9	新潟市水道水	15.5	7.2	157.5	27.3	14.9	23.5	11.8	3.0	11.5	2.0	17.0	0.6	8.0	41.6
		9	加茂市水道水	12.8	7.4	68.8	17.2	8.2	2.8	5.4	1.9	5.1	0.6	6.2	0.6	3.3	21.4

を陰イオンの最高値とするNaCl型であるが、濃度は各成分とも本流より多い。この型は加茂川右岸を流れる支流の特徴のようである。

西山川は、ケイ酸分を極端に多く含む特異な水質を示し、ほかの成分も多い。

しかし、両支流とも本流に比べ流量は非常に少ないので、本流の水質を若干変化させるだけで大きく変動させるまでには至らない。

なお、西山川のケイ酸については、後に詳しく述べる。

加茂川上流ではイワナの棲息も確認されている。このように、上流域では比導電率も50～60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で汚染されていないが、大谷川や西山川を集めて徐々に溶存イオンの濃度を増し、市街地下流で急激に増加することが明らかになった。

酸度（8.4 Ax）、化学的酸素消費量（COD）については、特徴的な変動が見られなかった。

また、硬度は、カルシウムイオンと同じような傾向が見られた。

(2) 水質変動の要因

次に、6月～10月にかけて定期的に観測した結果から水質変動の要因等について述べる。

pH、比導電率、ケイ酸について各5回の平均値と最高・最低値を図3～5に示した。

pHは平均して7.5を若干下回る弱アルカリ性を呈している。普通の陸水ではpH 8を上回することはまれであるが、⁴⁾大谷川(⑥)及び市街地下流(⑩)では平均値も、pH 8と高い。特に、7月4日はpH 9近くまで上がっていた。これは空梅雨で水量が極端に少なく、晴天で高温であったために水中の緑色植物の藻やプランクトンによる光合成の結果、炭酸が失われてpH値が高くなったのであろう(図3)。⁴⁾

比導電率は溶存イオン量との間に相関性が高いといわれている。今回の調査でも水量が一番多かった6月に最

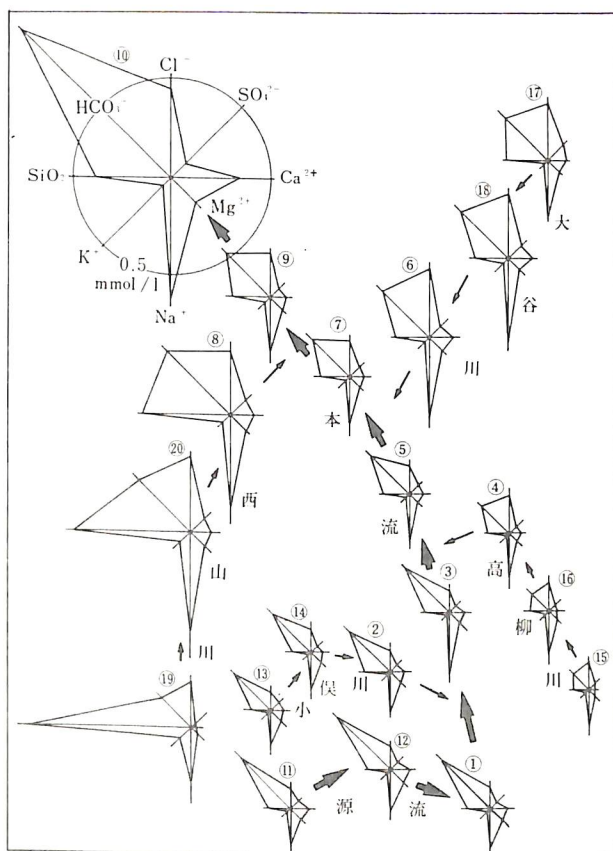


図2 本流・支流の水質

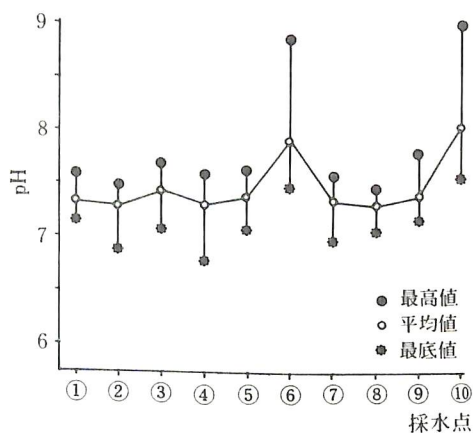


図3 pHの変動

低値が多く、水量が一番少なかった7月に最高値を示すポイントが多かった（図4）。流量が水質の成分濃度に大きく関係しているといえる。

ケイ酸は流下するに従い徐々に増加している。特に、西山川（⑧）では平均値が24.6 ppmと著しく高い濃度で含まれている。この西山川のケイ酸が善作茶屋（⑨）でケイ酸分の濃度を増加させているようである。

図6は、主要陰イオンと陽イオンについて当量濃度に換算して表した水質図である。陰イオンの総当量数と陽イオンの総当量数とは、ほぼ1:1で対応すると言われている⁵⁾。本調査でも、7月4日水源池（①）でのデータでは、総陰イオンが0.62 meq/lで、総陽イオンが0.64 meq/lであり、ほぼ1:1で対応していた。他のデータについても同様であった。

本流だけを見ていくと、いずれの月でも流下に従い、各成分の溶存濃度が高くなってきて、市街地下流（⑩）で急激に増加している。このことは、加茂川水系の水質の特徴で述べたことと一致している。大谷川（⑥）や西山川（⑧）が合流後、本流の各成分濃度が若干増えるのも同様である。また、市街地下流（⑩）では、塩化物イオンやナトリウムイオンの増加が著しく見られる。このことについては改めて述べる。カルシウムイオンが多くなっている理由は、河川改修によるセメントの使用やコンクリートブロック等からの供給と思われる。

また、各月ごとの水質図を比較すると、7月と10月の水質と、8月と9月の水質に共通点が見られる。7月と10月は晴天続きの渇水時のデータであり、8月と9月は台風や雨の影響の残る豊水時のデータであることから、流量と各成分濃度との関係が非常に強く示唆された。

(3) 西山川のケイ酸と地質

西山川が本流に合流する直前のポイント（⑧）では、毎回高い濃度のケイ酸が検出されることは前にも述べた。また、源流域の水質調査の時点でも、遡上するに従って濃度がより高くなるという異質な現象が見られ、ほかのポイントとは大きな違いが見られた（図2、5）。

そこで、西山川源流域を詳しく調べてみるため、西山地区の山腹から清水が湧出している地点（㉔）や、水道水として使われている二本の井戸水（㉔㉔）、地下50mの鉱泉水（㉔）などを採水し、ケイ酸の分析を行ってみた（図7）。その結果、地下深い所では高い濃度で含まれ、表層になるにつれて濃度が低くなっていた。この地区でケイ酸の濃度が高いのは地下水に起因しており、さらにそれは付近の地

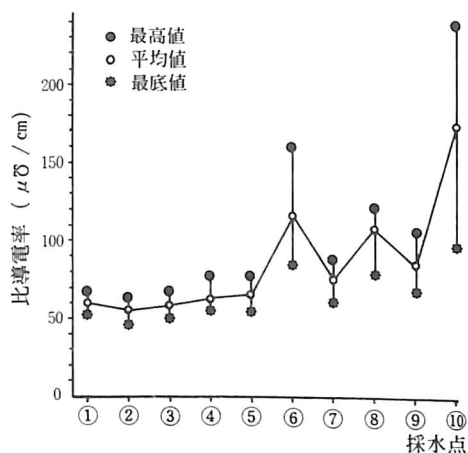


図4 比導電率の変動

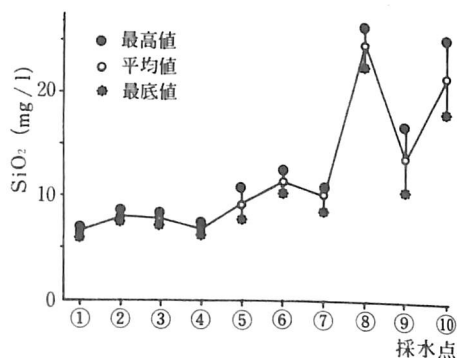


図5 ケイ酸の変動

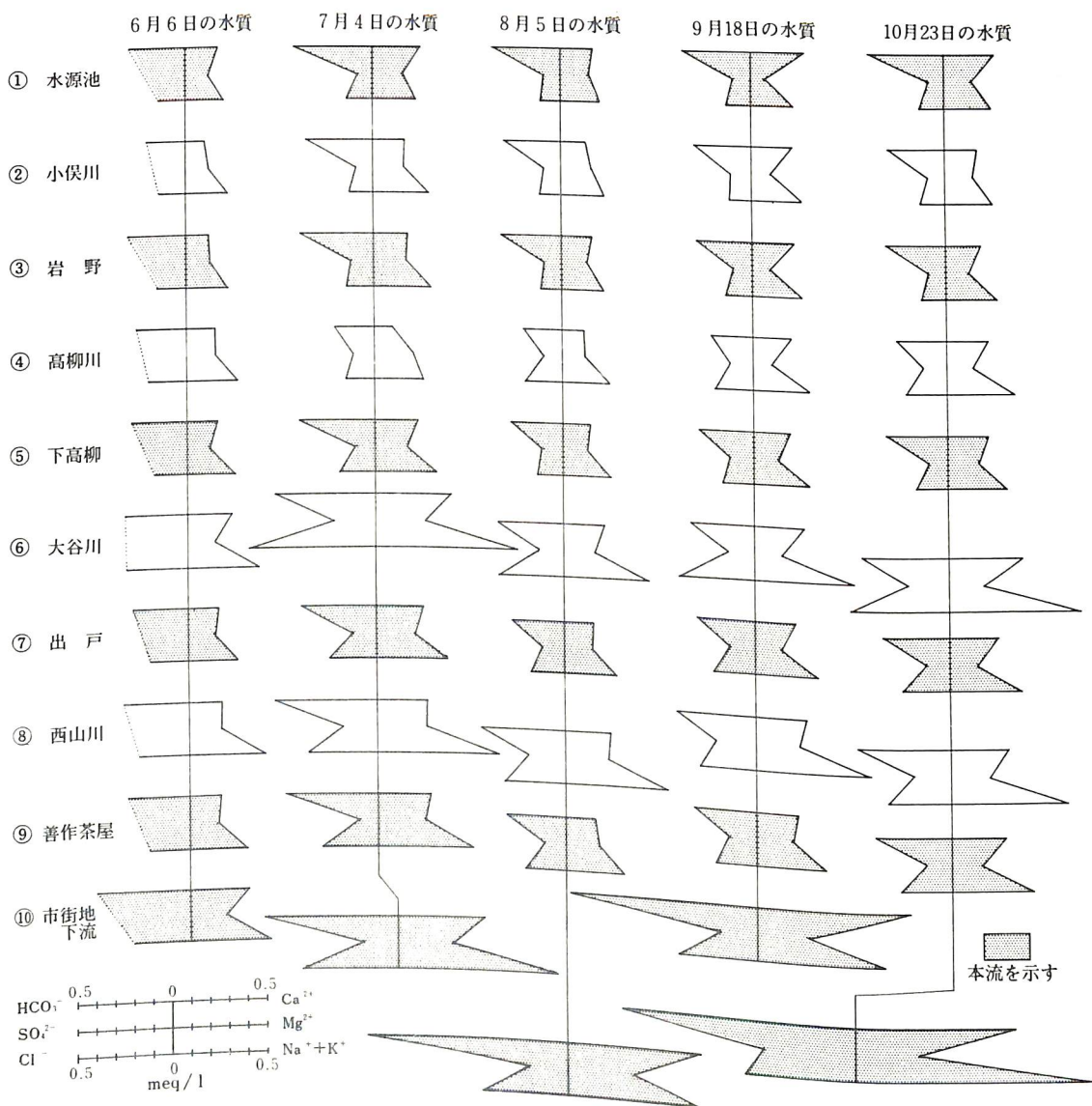


図6 各月の水質図

質に関係しているのではないかとされた。

工業技術院地質調査所発行「日本油田・ガス田図、七谷³⁾」によれば、加茂川右岸と左岸の地質に大きな違いが見られる。高柳川、大谷川等の右岸は、主に七谷層の頁岩や泥岩でできているのに対し、西山川等左岸にのみ椎谷層の時代に堆積した石英安山岩溶岩層と石英安山岩軽石凝灰岩層が分布している。この西山川等左岸に見られる二つの層は、西山地区入口付近からほぼ平行して南下し、南蒲原郡森町付近の五十嵐川右岸まで続いている。五十嵐川を渡り、左岸の荒沢地区付近では、石英安山岩溶岩層の堆

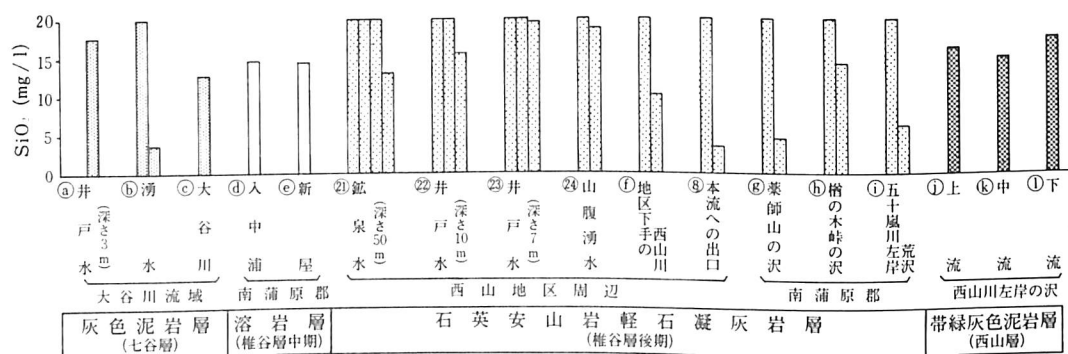


図7 西山のケイ酸と地質

積は見られなくなり、石英安山岩軽石凝灰岩層のみが堆積している。

ケイ酸が、加茂川右岸では濃度が低く、左岸の西山川や西山地区周辺では高い濃度で検出されるのは、この二つの地層に大きく関係すると推定した。

そこで、この二つの溶岩層と軽石凝灰岩層を流れる沢水((d)(e), (f)(g)(h)(i))を採水し、分析を行った(図6)。なお、(a)~(i)は12月4日のデータである。椎谷層後期の軽石凝灰岩層を流れる沢水は、どの地点でも25ppm以上のケイ酸を含んでおり、比較のために調べた大谷川流域((a)(b)(c))のケイ酸は、湧水((b))を除きいずれも低い値であった。

また、西山川は、西山地区下手から泥岩層を流下していることから、軽石凝灰岩層の影響を全く受けない沢水((j)(k)(l))も分析してみたが、約16ppmでケイ酸の成分は低いことが明らかになった。

以上のことから、西山川流域でケイ酸の濃度が高い主な理由は、椎谷層の時代に堆積した石英安山岩軽石凝灰岩層にあると判断した。

(4) 市街地下流域の水質の日変動

水質の日変動を調べるため、市街地下流((10))と善作茶屋((9))の二ポイントで、10月1日午前5時から午後9時まで4時間おきに採水し分析を行った。

善作茶屋((9))での水質は、pH値 7.4 ± 0.4 、比導電率 $87 \pm 2.5 \mu\text{V}/\text{cm}$ とともに変化は少ない。主要陰イオンと陽イオンにも大きな変動は見られず、図8のようにいずれの時刻でも形の整ったつづみ型を示していた。

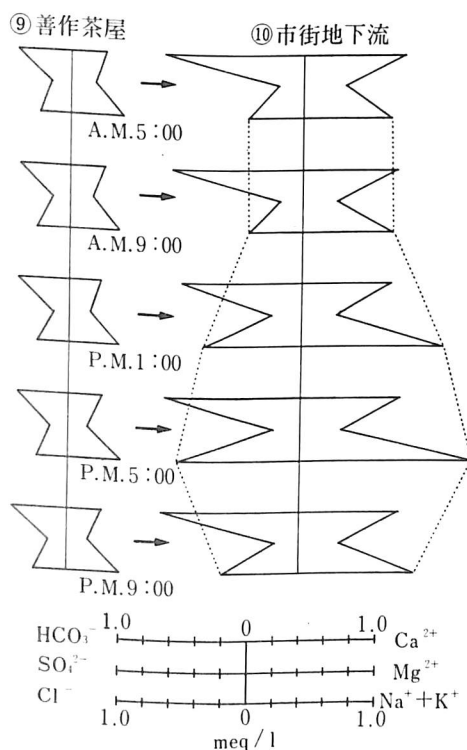


図8 水質の日変動

ところが、市街地下流（㊟）での水質は大きく変動する。その変動は、午前9時を最低にして徐々に上昇し、午後5時にピークに達し、以後次第に少なくなる傾向が見られる。特に大きな変動が見られた塩化物イオンとナトリウムイオンは当量関係で変化し、午前9時と午後5時では約2倍の違いが見られた。カリウムイオンなどほかの成分濃度については大きな変化は見られなかった。

河川水における塩化物イオンは、人為活動による汚染が供給源とされ、ナトリウムイオンと当量関係で増えていくと言われている。⁴⁾当日の天候や善作茶屋（㊟）のデータとの関連から考えると、市街地下流（㊟）ではやはり人為活動による汚染が原因と判断される。

4. 終わりに

加茂川の水質について定期的な分析等を加え考察した結果、次のことが明らかになった。

- ① 河川水の水質の各成分濃度は、全体的には流量に大きく関係する。次いで、水温や日照などの気象条件や人為活動による汚染等が大きく影響する。
- ② 粟ヶ岳などのような古生層でできている地質から流下する河川水は、溶存イオンの濃度が低い。
- ③ 流下するに従い、主要成分の濃度は増加してくる。
- ④ ケイ酸は、酸性岩である軽石凝灰岩層の地下水等に多く含まれる。
- ⑤ 市街地では夕方に溶存イオンの濃度が大きくなる。特に、塩化物イオンとナトリウムイオンにおいて顕著である。

加茂川水系の水質調査の結果、水質検査の教材性を次のようにとらえた。すなわち、自然界を物質的な見方で見直せること、環境保全の重要性をより身近なものとして受けとめられること、じっくり継続観察をさせる数少ない場を与えられること等、他の素材に見られない特徴があると考えた。

そこで、これらの特徴を生かした展開としては、まず、源流と市街地下流、信濃川（表1にデータを記す）、生活排水の排出口近くの朝と夕方の水など、水質に大きな相違のある試水を教室に持ちこませる。そして、比較的簡便に実験できて、しかも水質の全体像をとらえやすい項目、例えば比導電率や比色ケイ酸、硝酸銀溶液による塩化物イオンの検出等を生徒自身の手で分析させる。このような経験を得させることによって単元のねらいを達成していけると考える。

今後、上記のような観点で、授業を通して水質の教材性をより深く検討していきたい。

最後に、数回にわたる採水にご協力をいただいた西山・下大谷両地区の方々に厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 上越化学同好会，県立新井高校化学クラブ：渋海川水系河川の水質，新潟県地学教育研究会誌 第16号 p 35～39（1981）
- 2) 小島昭男：上越河川の水質，新潟の自然 第2集 p 89～95（1972）
- 3) 工業技術院地質調査所：日本油田・ガス田図9「七谷」（1970）
- 4) 半谷高久：水質調査法，丸善（1982 第4版第5刷）
- 5) 日本分析化学会北海道支部：水の分析，化学同人（1981 第3版第1刷）
- 6) 桐山 元：天然水の水質への影響，新潟県立教育センター研究報告 第54号 p 23～26（1982）